
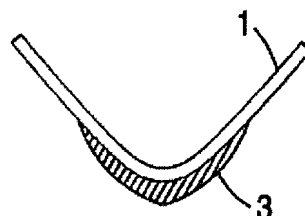


TIN GROUP LEAD FREE SOLDER WIRE AND BALL**Publication number:** JP10144718**Publication date:** 1998-05-29**Inventor:** HIDAKA KENSUKE; TANAKA KANICHI; NAGAI SHOZO;
YAKIDA YOSHINOBU; KAJITA OSAMU**Applicant:** FUKUDA METAL FOIL POWDER**Classification:****- international:** C22C13/00; B23K35/26; H01L21/60; C22C13/00;
B23K35/26; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/60;
C22C13/00**- European:** 1996B**Application number:** JP19960302593 19961114**Priority number(s):** JP19960302593 19961114**Also published as:** US5817194 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP10144718

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance strength and hardness while maintaining the characteristics of a solder having good wettability to Cu at a low melting point in such a manner that elements P, Ni, Cu, and/or Ag of predetermined amounts are contained, the total of Ni, Cu, and Ag is a predetermined amount, the balance is made of Sn and an unavoidable impurity, and the wire diameter is set to a predetermined wire diameter. **SOLUTION:** Components are contained as follows: 0.05 to 1.5wt.% of P, 0.5 to 5.0wt.% of Ni, 30wt.% or less of Cu, and/or 10wt.% or less of Ag. The total of Ni, Cu, and Ag is set to 35wt.% or less and the balance is made of Sn and an unavoidable impurity. The diameter of the wire is set to 100 μ m or smaller. Consequently, a tin group lead free solder wire having tensile strength higher than that of a lead-tin solder wire can be obtained. Especially, P forms a phosphide with each component by being added to obtain an alloy when the material alloy is made. Although the alloy of three elements of Sn-P-Ni displays preferable wettability, by adding Cu and/or Ag to the alloy, a liquids line temperature is lowered and there is an effect that the wettability is further improved.

**ADHESION
(BENDING AT 90°)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-144718

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月29日

| | | |
|---------------------------|-------|-----------------------|
| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | F I |
| H 0 1 L 21/60 | 3 0 1 | H 0 1 L 21/60 3 0 1 F |
| C 2 2 C 13/00 | | C 2 2 C 13/00 |

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-302593

(22) 出願日 平成8年(1996)11月14日

(71) 出願人 000239426

福田金属箔粉工業株式会社

京都府京都市下京区松原通室町西入中野之町176番地

(72) 発明者 日高 謙介

京都府京都市左京区岩倉忠在地町6-12

(72) 発明者 田中 完一

京都府八幡市川口浜19-6

(72) 発明者 永井 省三

京都府京都市山科区大宅沢町188

(72) 発明者 八木田 吉信

大阪府高槻市神内1-1-33

(72) 発明者 梶田 治

京都府宇治市五ヶ庄北ノ庄11-11

(54) 【発明の名称】 スズ基鉛フリーハンダワイヤー及びボール

(57) 【要約】

【課題】 環境上有害なPbを含まず、低融点でCuに対してぬれ性が良いハンダとしての特性を維持しながら、強度や硬さが高く、パンプ材料として取り扱いが容易な、従来にない鉛フリーハンダワイヤー及びボールを提供することを目的とする。

【解決手段】 P0.05~1.5wt%、Ni 0.5~5.0wt%、Cu 30wt%、以下、又は/及びAg 10wt%、以下で、NiとCuとAgの合計が35wt%以下を含み、残部がSn及び不可避不純物よりなる、線径100μm以下で鉛-スズハンダワイヤーに比べて引張り強度の高いスズ基鉛フリーハンダワイヤー、及び直径1000μm以下で鉛-スズハンダボールに比べて硬さの高いスズ基鉛フリーハンダボール。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 P 0.05～1.5wt%、Ni 0.5～5.0wt%、Cu 30wt%、以下、又は/及びAg 10wt%以下で、NiとCuとAgの合計が35wt%以下、残部Sn及び不可避不純物よりなる線径100 μ m以下で鉛-スズハンダワイヤーに比べて引張り強度の高いスズ基鉛フリーハンダワイヤー。

【請求項2】 P 0.05～1.5wt%、Ni 0.5～5.0wt%、Cu 30wt%、以下、又は/及びAg 10wt%以下で、NiとCuとAgの合計が35wt%以下、残部Sn及び不可避不純物よりなる直径1000 μ m以下で鉛-スズハンダボールに比べて硬さの高いスズ基鉛フリーハンダボール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体パッケージ製造におけるワイヤーボンディングあるいはBGA（ボールグリッドアレイ：Ball Grid Array）及びCSP（チップサイズパッケージ：Chip Size Package）に用いるスズ基鉛フリーハンダワイヤー及びボールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体装置の製造にハンダボンディングは不可欠なプロセスであり、Pb-Sn共晶合金を代表とするハンダ材料が広く使われている。しかし、近年、酸性雨による環境破壊が世界的な問題となっており、この酸性雨に特に弱いPbが酸に溶けてイオンになり、地球環境を著しく悪化させると言われている。このため廃棄電気製品のハンダ付部などにおけるPb成分が、酸性雨に遭遇した時に溶け出すPbイオンが問題となり、鉛を全く含まないハンダ、即ち鉛フリーハンダの開発が現在重要な課題となっている。

【0003】また、近年、実装技術の目ざましい発展に伴うICの多ピン化の進展により狭ピッチ、多ピン、大型化が進み、基板実装が困難となってきたが、狭ピッチの接続を実現するためにワイヤーボンディングやBGA、CSPの検討が進み、これらに用いる接合材料としては、AuやPb-Snハンダのワイヤーやボールが使用されている。

【0004】Auワイヤーは30 μ m ϕ のワイヤーに伸線加工することも可能で、強度も高く取り扱い易いが、ボンディングする場合、部品をAuメッキする必要がある、また次工程でハンダ付工程があるのでAuにハンダメッキが必要となるため、工程が複雑であると共に、メッキ廃液による環境上の問題もある。Pb-Snハンダワイヤーは直接ハンダ付でき、最近の伸線技術の向上により100 μ m ϕ 程度のワイヤーができるようになったが、50 μ m ϕ 以下への細径化はできず、強度が低いため取り扱い上問題がある。

【0005】Pb-Snハンダボールは、バンプに使用した場合、ボールが必要以上に変形し、接着不良が発生

したり、実装後の構造上、接着不良を見つけ難いなどの問題がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明者は、環境上有害なPbを含まず、低融点でCuに対するぬれ性が良いハンダとしての特性を維持しながら、強度や硬さが高く、ワイヤーボンディング、BGA、CSPに用いる際に取り扱いが容易な、従来にないスズ基鉛フリーハンダワイヤー及びボールを提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明らは、前記課題を解決するために、種々のベース成分及び添加成分を検討した結果、本発明者らが既に提案している特開平8-1373号「Sn基低融点ろう材」の構成成分及びその効果範囲が本発明のワイヤー及びボールに必要な諸特性を全て兼ねそなえており、前記課題を解決できることを見出し、本発明を完成したものである。

【0008】即ち、本発明は、P 0.05～1.5wt%、Ni 0.5～5.0wt%、Cu 30wt%、以下又は/及びAg 10wt%以下でNiとCuとAgの合計が35wt%以下を含み、残部がSn及び不可避不純物よりなる、線径100 μ m以下で、鉛-スズハンダワイヤーに比べて引張り強度の高いスズ基鉛フリーハンダワイヤー、及び直径1000 μ m以下で鉛-スズハンダボールに比べて硬さの高いスズ基鉛フリーハンダボールである。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明において、各成分範囲を前記のごとく限定した理由を以下に述べる。Pは、本材料合金製造時に添加、合金化することにより各成分とのリン化合物（ Sn_4P_3 、 Ni_3P 、 Cu_3P 、 Ag_3P など）を形成し、ハンダ付過程でフラックスと同様の働きをすることにより、銅配線とのぬれ性を改善する効果があるが0.05wt%未満ではその効果が発揮されず、1.5wt%を超えると上記効果が緩慢になると共に、ハンダ付過程でのPの蒸発によりパッケージ内の雰囲気を劣化させる危険性が生じてくる。このため、Pの添加範囲を0.05～1.5wt%と限定した。

【0010】Niは本材料に添加、合金化することにより安定な Ni_3P 等を形成し、フラックス作用を発揮すると共に、ハンダ付時のPの蒸発を抑制する効果があるが、0.5wt%未満ではその効果が少なく、5.0wt%を超えると合金の融点（液相線温度）が好ましくない温度まで上昇してしまうと同時に、伸線が困難となる。このため、Niの添加範囲を0.5～5.0wt%と限定した。Sn-P-Ni三元合金でもハンダ材料として良好なぬれ性を発揮し、良好なワイヤーやボールを製造することができるが、これにCu又は/及びAgを添加することによりSn-P-Ni三元合金よりも液相線温度が低下し、さらにぬれ性が向上する効果がある。CuとAgは各々単独添加でも複合添加でも同様の上記効果を発揮すると共に、

Cu-Ni、Ag-Ni、Cu-Ag-Niなどの合金相が材料中に分散することによりワイヤーやボールの強度が向上し、バンパ材に使用する際の作業性が改善される効果を発揮する。

【0011】しかし、各々を過剰に添加した場合、液相線温度が好ましくない温度まで上昇し、良好なぬれ性を発揮しなくなると共に、材料が硬くなり過ぎ靱性が低下するため、ワイヤーに加工できなくなることから、以下のごとく上限を限定した。

【0012】即ち、単独添加の場合はCu 30wt%以下、Ag 10wt%以下、複合添加の場合はNiとCuとAgの合計が35wt%以下である。本発明のスズ基鉛フリーハンダ材料は、多くの場合過共晶合金となり、固相線温度は約220℃と低い、液相線温度は最高約600℃まで上昇する。しかし、ハンダ付性(ぬれ性)、加工性には問題なく、むしろ初品として品出する合金相が適度に分散するため、ワイヤーやボールの強度を向上させ、取り扱いの容易なバンパ材として使用できる特長を有してしている。また、合金の構成上、特に高価で有毒な元素は含んでおらず、環境上問題なく、線膨張係数はPb-Snハンダと同等であり、電気伝導性はPb-Snハンダより良好で、有用である。

【0013】本発明のスズ基鉛フリーハンダワイヤーは、合金インゴットを押し出し加工した後、伸線加工を繰り返すことにより製造することができ、線径100μm以下の極細線が得られる。また、本発明のスズ基鉛フリーハンダボールは、急冷凝固法、ガスアトマイズ法などにより製造することができ、直径1000μm以下の球状ボールが得られる。

【0014】

【実施例】以下に、本発明を実施例によりさらに詳細に説明する。表1に示す本発明例及び比較例の合金組成について、下記の方法で作製したワイヤー及びボールの特性を調査し、評価した。

【0015】(1)ワイヤーの特性：表1の組成に配合した地金を電気炉で溶解した後、金型に鋳造して均一なインゴットを作製し、押し出し加工及び伸線加工を行い、得られたワイヤーについて下記の特性を評価した。

①ワイヤー加工の難易：伸線加工し、ワイヤーを作製する際にどこまで細径化できるかどうか調査し、加工性を下記の基準で評価した。

○：50μmφ以下まで伸線可能

△：100μmφ程度まで伸線可能

×：100μmφまでの伸線困難

②100μmφワイヤーの引張り破断荷重：強度を比較するため、100μmφワイヤーについて、ロードセル付デ

ジタル引張り試験機により引張り破断荷重を測定し、ワイヤーの引張り強さの指標とした。

③100μmφワイヤーのぬれ性：②と同様の100μmφワイヤーについて銅箔上に市販のハンダ用フラックスを塗布してハンダ付を行い、銅箔に対するぬれ性を下記の基準で評価した。

良：銅箔に対し、良好なぬれ性を示す。

不良：銅箔に対し、ぬれ性が不良で、接合不良を生ずる場合がある。

【0016】(2)ボールの特性：ワイヤーと同様に均一なインゴットを作製した後、液相線温度以上に加熱、再溶解し、急冷凝固法により粉末を製造し、選別した約500μmφのボールについて、下記の特性を評価した。

①ボールの硬さ：ボールを樹脂に埋込み、ペーパー研摩、バフ研摩した後、ボール断面の硬さを微小硬さ計(荷重50gf)により測定し、ボールの変形強度の指標とした。

②ボールのぬれ性：銅箔上に市販のハンダ用フラックスを塗布し、その上にボールを載せ、250℃に加熱し、銅箔に対するぬれ性を評価した。評価基準はワイヤーと同様とした。

【0017】以上の方法でワイヤー及びボールの特性を評価した結果を表2に示す。No.1～6は本発明例を示すが、本発明のスズ基鉛フリーハンダワイヤーは、50μmφ以下の線径まで加工でき、100μmφワイヤーで評価した引張り破断荷重はいずれも50gf以上で、Pb-Sn共晶ハンダ(比較例No.10)より引張り強度が高く、銅箔に対するぬれ性も良好であることがわかる。また、本発明のスズ基鉛フリーハンダボールは、Pb-Sn共晶ハンダ(比較例No.10)より硬さが高く、変形強度に優れ、銅箔に対するぬれ性も良好であることがわかる。

【0018】一方、比較例において、No.7～9は本発明の範囲から外れた組成である。No.7はPとNiが下限を下回った組成であるが、この場合ワイヤー加工が困難で、ワイヤーの引張り強度やボールの硬さが低く、ぬれ性も不良で、この点からもぬれ性や強度に対するPとNiの効果が明らかである。

【0019】No.8は、Niが上限を超えた組成であるが、この場合、ワイヤーに加工するのが困難となり、また、液相線が高くなりすぎるためぬれ性が劣化する。No.9は、PとNiを含まず、Cu+Agを過剰に含む組成であるが、この場合、合金が硬くなりすぎ脆くなるためワイヤーに加工するのが困難となり、Pを含有せず、液相線が高すぎるため、ぬれ性も不良となる。

【0020】

【表1】

| | No | 合金組成 (wt%) | | | | | | 融点 (℃) | |
|------------------|----|------------|------|-----|------|------|----|--------|-----|
| | | Sn | P | Ni | Cu | Ag | Pb | 固相線 | 液相線 |
| 本 発 明 例 | 1 | 残 | 0.05 | 0.5 | — | — | — | 230 | 300 |
| | 2 | 残 | 0.54 | 2.4 | — | — | — | 230 | 510 |
| | 3 | 残 | 0.27 | 2.0 | 3.0 | — | — | 220 | 550 |
| | 4 | 残 | 0.50 | 2.5 | 20.0 | — | — | 225 | 590 |
| | 5 | 残 | 0.92 | 5.0 | — | 10.0 | — | 217 | 470 |
| | 6 | 残 | 1.50 | 5.0 | 20.0 | 10.0 | — | 215 | 560 |
| 比 較 例 | 7 | 残 | 0.03 | 0.3 | — | — | — | 230 | 230 |
| | 8 | 残 | 1.0 | 6.0 | — | — | — | 230 | 650 |
| | 9 | 残 | — | — | 24.0 | 6.0 | — | 213 | 540 |
| | 10 | 60 | — | — | — | — | 40 | 183 | 183 |

【0021】

【表2】

| | No | ワイヤーの特性 | | | ボールの特性 | |
|------------------|----|---------------|---|---------------------------------|--------------------|-------------|
| | | ワイヤー加工の 難易 | 100 μ m ϕ ワイヤーの引張 破断荷重 (gf) | 100 μ m ϕ ワイヤーの ぬれ性 | ボールの硬さ (HV0.05) | ボールの ぬれ性 |
| 本 発 明 例 | 1 | ○ | 52 | 良 | 17 | 良 |
| | 2 | ○ | 68 | 良 | 18 | 良 |
| | 3 | ○ | 75 | 良 | 20 | 良 |
| | 4 | ○ | 78 | 良 | 45 | 良 |
| | 5 | ○ | 82 | 良 | 85 | 良 |
| | 6 | ○ | 80 | 良 | 110 | 良 |
| 比 較 例 | 7 | △ | 35 | 不良 | 12 | 不良 |
| | 8 | × | — | — | 20 | 不良 |
| | 9 | △ | 68 | 不良 | 128 | 不良 |
| | 10 | △ | 37 | 良 | 13 | 良 |

【0022】

【発明の効果】以上、詳述したように、本発明のスズ基鉛フリーハンダワイヤー及びボールは、環境上有害なPbを含まず、低融点でCuに対する良好なぬれ性を有

し、強度や硬さが高く、電気伝導性が良好であり、バンブ材料として有効な特徴を発揮する効果を有するもので、産業の発展に寄与するところ大なる発明である。